

Рис.3 – Фрагмент вікна з характеристиками транспортних потоків

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: Пер. с англ. / В.У.Рэнкин, П.Клафи, С.Халберт и др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
2. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков. – М.: Мир, 1966. – 286 с.
3. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. – М.: Транспорт, 1973. – 303 с.
4. Лобашов А.О., Ву Дык Минь. Методика прогнозирования поведения транспортных потоков в городах // Вестник ХНАДУ. – Харьков: РИО ХНАДУ, 2002. – С.33-36.
5. Прасоленко А.В. К вопросу о критериях эффективности функционирования транспортной сети города // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2006. – Вып.1/2 (19). – С.15-15.
6. Лобашов А.О., Прасоленко А.В. О влиянии парковочной сети на распределение транспортных потоков в городах // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.55. – К.: Техніка, 2004. – С.142-147.

Отримано 14.02.2006

УДК 658

Н.И.КУЛЬБАШНАЯ

Харьковская национальная академия городского хозяйства

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Рассматривается новый метод оценки безопасности движения в городских услови-

ях по энтропийным характеристикам скоростей.

Повышение эффективности работы транспорта на городских улицах требует разработки научно-обоснованных методов оценки безопасности движения.

Существующие методы оценки безопасности дорожного движения в условиях города имеют ряд существенных недостатков. Недостаток метода коэффициентов происшествий состоит в том, что для оценки абсолютного количества дорожно-транспортных происшествий необходим длительный срок наблюдений [1]. Для вновь проектируемых дорог данный метод не может быть использован. Метод коэффициентов аварийности, предложенный В.Ф.Бабковым, имеет большое прогностическое значение, но вместе с тем не применим в условиях города, так как итоговый коэффициент аварийности теряет фактический смысл при значительном его росте [1]. Предложенный тем же автором метод коэффициентов безопасности в условиях города не находит широкого распространения, поскольку сложно обеспечить движение с максимально возможной скоростью. Ряд авторов использовали энтропийные характеристики скоростей для оценки безопасности движения [2]. Но стоит поставить под сомнение внешний вид корреляционных зависимостей и предложенную модальную оценку функционального состояния водителей.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что необходимость разработки нового метода, который позволил бы подойти к прогнозированию числа дорожно-транспортных происшествий на стадии проектных решений, является актуальной задачей.

Выбор и обоснование критерия для оценки безопасности может быть сделан исходя из того, что деятельность водителей происходит под влиянием многокомпонентной системы различных факторов среды. Сложность системы можно характеризовать ее разнообразием. Под разнообразием понимается количество состояний, которое может принимать система. Количественной мерой сложности является максимальная энтропия системы, которая согласно У.Р.Эшби определяется из выражения [3]:

$$H_m = \log_2 n, \quad (1)$$

где H_m – максимальная энтропия системы; n – число состояний системы.

Для характера оценки взаимодействия предлагается использовать показатель относительную организацию взаимодействия по Г.Ферстеру [4]:

$$R = 1 - \frac{H}{H_m}, \quad (2)$$

где R – относительная организация взаимодействия; H – текущая энтропия взаимодействия; H_m – максимальная энтропия системы.

По величине относительной организации взаимодействия, которая лежит в пределах $0 < R < 1$, можно судить о детерминированности или стохастичности взаимодействия. При $R = 1$ взаимодействие детерминированное, при $R = 0$ случайное [5].

Текущая энтропия взаимодействия H является мерой неорганизованности и неопределенности взаимодействия и определяется по К.Шеннону [6]:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \cdot \log_2 P_i, \quad (3)$$

где H – текущая энтропия взаимодействия; P_i – вероятность пребывания участников взаимодействия в i -м состоянии; n – число состояний системы.

Результатами функционирования участника движения является скорость и траектория движения. Проведенные исследования движения ходовой автомобильной лаборатории по населенным пунктам дорог Харьков - Москва и Харьков - Сумы позволили замерить скорости движения в свободном и заданном режиме.

В опытах со свободным режимом работы водитель осуществлял движение по оцениваемому участку с удобной для себя скоростью.

Точность измерения скорости движения ΔV оценивали по результатам статистической обработки опытных заездов:

$$\Delta V = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{N-1}}, \quad (4)$$

где ΔV – точность измерения скорости движения; σ – среднеквадратическое отклонение наблюдаемых скоростей от среднего значения; N – количество проведенных замеров.

Число состояний системы оценивали по формуле

$$n = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{2\Delta V}, \quad (5)$$

где V_{\min} , V_{\max} – минимальная и максимальная скорость в наблюдаемой совокупности скоростей.

Опыты с нерегламентированной скоростью позволили рассчитать относительную организацию R .

В опытах с заданной скоростью движения водителю выдавалось задание двигаться по оцениваемому участку дороги со скоростью 60 км/ч. Из общего объема выборки скоростей выбирались скорости, отклонение которых от заданной не превышало $\pm 2,5$ км/ч. По частоте появления таких скоростей рассчитывались вероятности удержания заданной скорости P_V в каждом опыте.

Анализ эмпирических данных показал криволинейный характер связи и $P_V = f(R)$ (рис.1). Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов позволила получить эмпирическую зависимость:

$$P_V = -30,95R^2 + 20,591R - 3,0202. \quad (6)$$

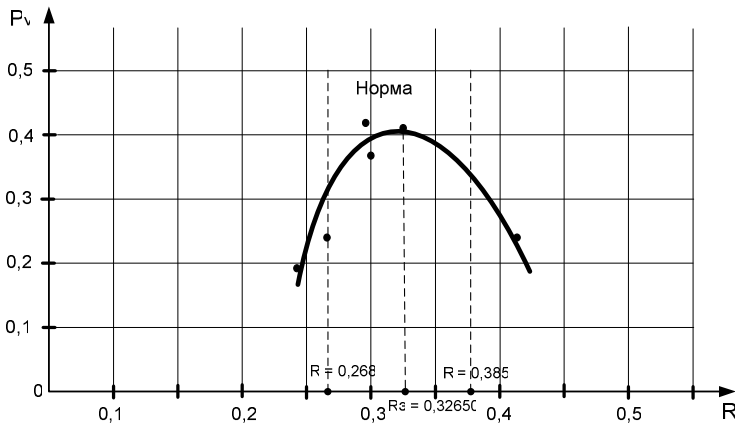


Рис.1 – Связь вероятности движения с заданной скоростью с относительной организацией

Теснота связи между показателем относительной организации дорожного движения R с вероятностью удержания заданной скорости P_V оценивалась по величине корреляционного отношения, равного

$\eta_{P_V/R} = 0,7906$. Поскольку $\eta_{P_V/R}$ близко к 1, то это подтверждает

гипотезу о наличии сильной связи $P_V = f(R)$. Достоверность рассчитанного корреляционного отношения оценивалась по t -критерию

Стьюдента. Квадратическая ошибка составляет $m_n=0,08817$, критерий достоверности равен $t_p=8,9669$. Поскольку рассчитанные значения t_p больше табличных $t_T=2,064$ для 5% обеспеченности, то можно считать, что рассчитанные корреляционные отношения вполне достоверны.

В этой связи можно говорить о большой информативности относительной организации R с точки зрения безопасности движения, что позволяет использовать этот показатель для оценки безопасности движения на городских улицах и дорогах.

В соответствии с формулой (6) максимум вероятности удержания заданной скорости обеспечивается при

$$R_{\max} = \frac{20,591}{2 \cdot (-30,95)} = 0,33208.$$

Поэтому за эталонное значение R может быть принято ближайшее к R_{\max} из наблюдаемых в эксперименте значений Ri , т.е. $R_3=0,32650$.

Далее проверяем прогностическую ценность для оценки безопасности движения показателя R . Рассчитываем значение P_{Vi} для каждого Ri по формуле [7]

$$\tilde{P}_{Vi} = 2\sqrt{N_i} \cdot \arcsin \sqrt{P_{Vi}}. \quad (7)$$

Рассчитываем абсолютную разницу между P_{Vi} и P_3 , где P_3 – значение P_{Vi} при R_3 . Результаты расчетов сведены в таблицу.

Результаты эксперимента

Относительная организация взаимодействия R	Значение величины			
	N_i	P_{Vi}	\tilde{P}_{Vi}	$ \tilde{P}_{Vi} - \tilde{P}_{V_3} $
0,24458	7	0,19792	12,29	6,513
0,27380	1	0,21870	4,437	1,34
0,29398	5	0,42290	6,859	1,082
0,30104	4	0,36458	7,045	1,268
$R_3=0,32650$	3	0,41310	5,777	0
0,40916	5	0,21872	9,919	4,142

Сравниваем абсолютные значения $|\tilde{P}_{Vi} - \tilde{P}_{V_3}|$ с допустимым, которое определяется по формуле [7]

$$\Delta P_{\partial} = U_{1-p} \sqrt{2}, \quad (8)$$

где U – случайная переменная, подчиненная стандартному нормальному распределению (если принятый уровень $p = 0,05$, то $U = 1,64$).

Определяем критическое значение R путем сравнения фактического значения $/\tilde{P}_{Vi} - \tilde{P}_{Vj}/$ с допустимым

$$/\tilde{P}_{Vi} - \tilde{P}_{Vj}/ > U_{1-p} \sqrt{2} = 1,64 \cdot 1,41 \approx 2,33. \quad (9)$$

В соответствии с рис.2 диапазон допустимых значений R укладывается в пределы от 0,268 до 0,385. Этот диапазон обеспечивает нормальный режим работы водителя и максимальную безопасность движения.

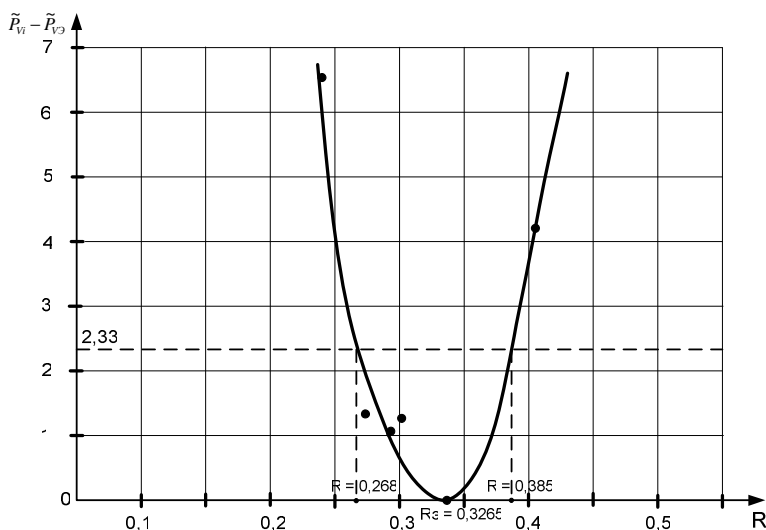


Рис.2 – Связь абсолютной разницы $/\tilde{P}_{Vi} - \tilde{P}_{Vj}/$ с относительной организацией R

- 1.Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1982. – 288 с.
- 2.Гаврилов Э.В., Линник И.Э., Банатов А.В. Оценка безопасности движения в городских условиях // Вестник ХНАДУ. – 2003. Вып.53. – С.57-62.
- 3.Эшби У. Введение в кибернетику. – М.: ИЛ, 1958. – 432 с.
- 4.Ферстер Г. Саморегулирующиеся системы. – М.: Мир, 1964. – С.5-23.
- 5.Гаврилов Э.В., Гридчин А.М., Ряпухин В.Н. Системное проектирование автомобильных дорог. Ч.1. – Москва - Белгород: Изд-во «АСВ», 1998. – 138 с.

6.Шеннон К. Работы по теории информации в кибернетике. – М.: И.Л.,1963. – С.54-60.

7.Смирнов Б.А. Инженерная психология. – К.: Вища школа, 1979. – 191 с.

Получено 20.02.2006

УДК 656.072

П.В.ЛУБ'ЯНИЙ, канд. техн. наук

*Херсонський факультет Харківського національного автомобільно-дорожнього
університету, м.Херсон*

ІМОВІРНІСТЬ ВИБОРУ ПАСАЖИРОМ ВАРІАНТУ ПОЇЗДКИ В МІСЬКОМУ ПАСАЖИРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

Розглядається пошук нових способів проведення чисельного експерименту для підвищення ефективності роботи міського пасажирського транспорту. Пропонується використання методу імовірності вибору пасажиром варіанту поїздки.

Системи міського пасажирського транспорту (МПТ) займають особливе місце в загальній структурі пасажирського транспорту, що пояснюється беззупинним підвищенням ролі міст у житті суспільства, викликаній суспільним розподілом праці, концентрацією виробництва. Зміни в житті України призвели до значної модифікації структури потреб населення в перевезеннях і перебудові маршрутних систем більшої українських міст, яка найчастіше носить стихійний характер. У той же час прийняття рішень про зміну, або розробку нових маршрутних систем являє собою складну задачу, що торкається інтересів великої кількості городян та має величезне науково-практичне, соціальне та економічне значення. За цих умов для досягнення достатнього рівня конкурентоспроможності транспортні підприємства повинні вести постійний пошук способів підвищення ефективності роботи маршрутів.

Основним методом визначення кількості рухомого складу на маршрутах при визначеній кількості рухомих одиниць у місті є метод вибору їх кількості виходячи з умови рівної ймовірності відмовлення пасажиром у поїзді на всіх маршрутах [1].

Сьогодні важко знайти таке українське місто, в якому функціонував би тільки один вид транспорту. Це можливо тільки в малих містах, у яких вирішення завдання маршрутизації не є значним завданням, що обумовлено незначними масштабами об'єкта й укладом життя мешканців таких міст. Тому бажано, щоб при вирішенні завдання маршрутизації враховувалися особливості різних видів транспорту і вирішувалися питання здійснення цього обліку.

Що стосується розходжень між видами транспорту, то при відомій відстані поїздки її тривалість визначається швидкістю сполучення,